

Illuminating device for microscopes

Patent Number: ☐ US4852985
Publication date: 1989-08-01
Inventor(s): FUJIHARA TADAFUMI (JP); SHIMADA YOSHIHIRO (JP); NAGANO CHIKARA (JP); TSUKAMOTO KATSUO (JP)
Applicant(s): OLYMPUS OPTICAL CO (JP)
Requested Patent: ☐ DE3734691
Application Number: US19870108935 19871016
Priority Number (s): JP19860246187 19861016
IPC Classification: G02B21/06
EC Classification: G02B21/08
Equivalents: JP2092134C, JP63098619, JP7122694B

Abstract

In order to be suited for long-term use in an enclosed space and to enable various modes of illumination by simple procedures and at a low cost without adding special optical components, the illuminating device for microscopes of the invention comprises a surface light source including a plural number of semiconductor light sources arranged in two dimensions, a control circuit selectively lighting some or all of the plural number of semiconductor light sources in conjunction with selection of an illumination mode, and an optical system for condensing and transmitting the light from the surface light source. The illuminating device of the invention makes it possible to observe a sample simultaneously in different illumination modes when the illuminating device is equipped with three surface light sources and the sample is irradiated simultaneously with the lights from the three surface light sources.

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

3



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenl gungsschrift
⑪ DE 3734691 A1

⑤1 Int. Cl. 4:
G 02 B 21/06

②1 Aktenzeichen: P 37 34 691.1
②2 Anmeldetag: 14. 10. 87
④3 Offenlegungstag: 28. 4. 88

DE 3734691 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
16.10.86 JP P 61-246187

⑦1 Anmelder:
Olympus Optical Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Weitzel, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7920
Heidenheim

⑦2 Erfinder:
Fujihara, Tadafumi; Shimada, Yoshihiro; Nagano,
Chikara, Hachiouji, Tokio/Tokyo, JP; Tsukamoto,
Katsuo, Sendai, Miyagi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Beleuchtungsanordnung für Mikroskope

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungsanordnung für Mikroskope. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Flächenlichtquelle mit einer Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquellen in zwei Dimensionen angeordnet ist, daß eine Regelschaltung an die Flächenlichtquelle angeschlossen ist und einige oder sämtliche Halbleiter-Lichtquellen zündet in Verbindung mit der Auswahl des Beleuchtungsmodus, und daß ein optisches Beleuchtungssystem mit der Flächenlichtquelle fluchtend angeordnet ist und das aus der Flächenlichtquelle emittierte Licht sammelt und überträgt.

DE 3734691 A1

1. Beleuchtungsvorrichtung für Mikroskope, da-
durch gekennzeichnet, daß eine Flächenlichtquel-
le (2) mit einer Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquel-
len (1, 1-1 ... 1-7) in zwei Dimensionen angeord-
net ist, daß eine Regelschaltung (C) an die Flächen-
lichtquelle angeschlossen ist und einige oder sämtli-
che Halbleiter-Lichtquellen zündet in Verbindung
mit der Auswahl des Beleuchtungsmodus, und daß
ein optisches Beleuchtungssystem (3-6) mit der
Flächenlichtquelle fluchtend angeordnet ist und das
aus der Flächenlichtquelle emittierte Licht sammelt
und überträgt.
2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß eine der Mehrzahl der
Halbleiter-Lichtquellen auf der optischen Achse
des optischen Systemes angeordnet ist, und daß die
übrigen Halbleiter-Lichtquellen auf einem Kreis
angeordnet sind, der koaxial zur optischen Achse
verläuft (Fig. 2).
3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, da-
durch gekennzeichnet, daß die Flächenlichtquelle
mit einem ringförmigen Muster gezündet werden
kann, der koaxial zur optischen Achse des opti-
schen Systemes verläuft.
4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, da-
durch gekennzeichnet, daß die Flächenlichtquelle
mit einem geradlinigen Muster gezündet werden
kann, parallel zum Durchmesser des genannten
Kreises.
5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß die Mehrzahl der Halb-
leiter-Lichtquellen im Quadrat angeordnet sind
(Fig. 3).
6. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß eine geschliffene Glas-
platte (14) unmittelbar vor der Flächenlichtquelle
angeordnet ist (Fig. 5 und 6).
7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß die Flächenlichtquelle
eine Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquellen umfaßt,
um Rotlicht zu emittieren, daß eine Mehrzahl von
Halbleiter-Lichtquellen Grünlicht emittiert, und
daß eine Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquellen
Blaulicht emittiert.
8. Beleuchtungseinrichtung mit einer ersten Flä-
chenlichtquelle (2-1), umfassend eine Mehrzahl
von Halbleiter-Lichtquellen, die in zwei Dimensio-
nen angeordnet sind, eine zweite Flächenlichtquelle
(2-2), die Licht emittiert, daß eine von jenem der
ersten Flächenlichtquelle unterschiedliche Wellen-
länge aufweist und eine Mehrzahl von Halbleiter-
Lichtquellen umfaßt, eine dritte Flächenlichtquelle
(2-3), das Licht emittiert, das eine Wellenlänge hat,
die unterschiedlich gegenüber jenen der ersten und
der zweiten Flächenlichtquelle ist und eine Mehr-
zahl von Halbleiter-Lichtquellen umfaßt, mit einer
ersten Regelschaltung (C) die an die erste Flä-
chenlichtquelle angeschlossen ist und selektiv einige
oder alle der genannten Mehrzahl von Halbleiter-
Lichtquellen zündet, die die erste Flächenlichtquel-
le bildet, in Verbindung mit der Auswahl des Be-
leuchtungsmodus, mit einer zweiten Regelschal-
tung (C), die an die zweite Flächenlichtquelle an-
geschlossen ist und selektiv einige oder alle der Mehr-
zahl von Halbleiter-Lichtquellen zündet, die die
zweite Flächenlichtquelle bildet, und die außerdem

die Auswahl des Beleuchtungsmodus trifft, mit ei-
ner dritten Regelschaltung (C), die an die dritte
Flächenlichtquelle angeschlossen ist und selektiv
einige oder alle der genannten Mehrzahl von Halb-
leiter-Lichtquellen zündet, die die dritte Flä-
chenlichtquelle bilden, und die außerdem den Beleuch-
tungsmodus auswählt, mit optischen Mitteln
(15-1, 15-2), die der ersten, der zweiten und der
dritten Flächenlichtquelle gegenüberliegend ange-
ordnet sind und die Lichtstrahlen aus der ersten,
der zweiten und der dritten Flächenlichtquelle in
demselben optischen Strahlengang einleiten, und
schließlich mit einem optischen System (3-6), das
auf der optischen Achse der genannten optischen
Mittel angeordnet ist und das Lichtstrahlen aus der
ersten, der zweiten und der dritten Flächenlicht-
quelle, die gezündet werden, sammelt und über-
trägt.

9. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8, da-
durch gekennzeichnet, daß die erste Flächenlicht-
quelle Rotlicht emittiert, daß die zweite Flä-
chenlichtquelle Grünlicht emittiert, und daß die dritte
Flächenlichtquelle Blaulicht emittiert.

10. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8, da-
durch gekennzeichnet, daß die erste, die zweite und
die dritte Flächenlichtquelle derart angeordnet
sind, daß beim Einleiten der Lichtstrahlen aus die-
sen Quellen durch die optischen Mittel in denselben
optischen Strahlengang eine Mehrzahl von Zwi-
schenräumen zwischen den einzelnen Lichtbün-
deln, welche jeweils aus den Halbleiter-Lichtquel-
len austreten, die die drei Flächenlichtquellen bil-
den, ausgefüllt wird durch Lichtbündel, die jeweils
aus der Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquellen aus-
treten, die ihrerseits die anderen der genannten drei
Flächenlichtquellen bilden.

11. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, daß dieses ein zweites opti-
sches System umfaßt, das aus einer einzigen Halb-
leiter-Lichtquelle (1), einer Kondenserlinse (6), ei-
ner Pinhole (19a) und einem Collimator (19b) be-
steht, die aufeinanderfolgend angeordnet sind, und
daß das zweite optische System eine optische Ach-
se hat, die sich mit der optischen Achse des genann-
ten optischen Systems rechtwinklig schneidet.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung
für Mikroskope.

Es ist bekannt, als Beleuchtungsvorrichtung für Mi-
kroskope Wolfram-Lampen, Halogenlampen usw. als
Lichtquellen zu verwenden. Diese Beleuchtungsvorrich-
tungen haben jedoch den Nachteil einer hohen Wärme-
leistung, eines hohen Leistungsbedarfes, einer geringen
Lebensdauer, eines niedrigen Widerstandes gegen
Schwingungen, eines hohen Raumbedarfes sowie eines
hohen Gewichtes. Diese bekannten Beleuchtungsvor-
richtungen für Mikroskope sind daher wenig geeignet
für langfristigen Betrieb in geschlossenen Räumen, bei-
spielsweise in Labors, so wie sie in Satelliten verwendet
werden.

In der Mikroskopie erfordern die verschiedenen Be-
leuchtungsarten wie Hellfeldbeleuchtung, Dunkelfeld-
beleuchtung, Schräglichtbeleuchtung sowie ringförmige
Beleuchtung außerdem besondere optische Komponen-
ten, beispielsweise Ringblenden oder Schirmblenden,
was den Betrieb kompliziert macht und hohe Kosten

zufolge hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beleuchtungsvorrichtung für Mikroskope zu schaffen, die sich für langfristigen Betrieb in geschlossenen Räumen eignet, die die Anwendung aller möglicher Beleuchtungsarten bei einfacher Durchführung erlaubt, und die sich bei geringen Herstellungskosten ohne zusätzliche optische Bauteile herstellen läßt.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die folgenden Komponenten gelöst: Eine punktförmige Lichtquelle (spot light), bestehend aus einem einzigen Halbleiter und/oder einer Flächenlichtquelle, bestehend aus einer Anzahl von Halbleiter-Lichtquellen, die in zwei Dimensionen angeordnet sind, einen Regelkreis zum selektiven Einschalten des spot lights und/oder einiger oder aller Halbleiter-Lichtquellen in der genannten Flächenlichtquelle, und ein optisches System zum Sammeln und Übertragen von Licht, das von dem spot light und/oder der Flächenlichtquelle ausgesandt wurde.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird eine geschliffene Glasplatte auf der Vorderfläche der Flächenlichtquelle angeordnet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Beleuchtungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von spot lights und/oder Flächenlichtquellen ausgerüstet, die Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen emittieren.

Die Beleuchtungsvorrichtung gemäß der Erfindung ist kompakt im Aufbau, gering von Gewicht, hat einen kleinen Leistungsbedarf, erzeugt wenig Wärme, hat eine hohe Lebensdauer, hält Vibrationsbelastungen hervorragend stand, ist geeignet für Langzeitbetrieb in geschlossenen Räumen, erlaubt alle denkbaren Beleuchtungsverfahren in einfacher Anwendung und läßt sich zu geringen Kosten ohne zusätzliche spezielle optische Komponenten herstellen. Die Beleuchtungsvorrichtung gemäß der Erfindung hat weiterhin den Vorteil, daß sie Beobachtungsverfahren ermöglicht, die mit herkömmlichen Mikroskopen nicht möglich sind, und zwar durch das Kombinieren von Halbleiter-Lichtquellen verschiedener Wellenlängen.

Die Beleuchtungsvorrichtung gemäß der Erfindung läßt sich in besonderen Umgebungen anwenden, beispielsweise in Vakuum oder im All.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt.

Fig. 1 zeigt in schematischer Ansicht eine Beleuchtungsvorrichtung gemäß der Erfindung für Mikroskope.

Fig. 2, 3A und 3B sind Draufsichten auf Flächenlichtquellen bzw. ein weiteres Beispiel einer Flächenlichtquelle.

Fig. 4 ist eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines optischen Beleuchtungssystems gemäß der Erfindung.

Fig. 5 ist wieder eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel einer Flächenlichtquelle gemäß der zweiten Ausführungsform.

Fig. 5A bis 5F veranschaulichen in Draufsicht drei Modulationsmittel, die voneinander verschieden sind, und die beim zweiten Ausführungsbeispiel angewandt werden bzw. Zündverfahren (ignition modes) der Flächenlichtquelle entsprechend den drei Modulationsmitteln.

Fig. 6 zeigt in Seitenansicht eine dritte Ausführungsform des optischen Beleuchtungssystems gemäß der Erfindung.

Fig. 7 und 8 sind Seitenansichten einer vierten bzw. fünften Ausführungsform des optischen Beleuchtungs-

systems gemäß der Erfindung.

Fig. 9 zeigt eine sechste Ausführungsform des optischen Beleuchtungssystems gemäß der Erfindung.

Fig. 10 ist eine Draufsicht auf eine weitere Anordnung der jeweiligen Flächenlichtquellen in einer sechsten Ausführungsform.

Fig. 11 ist eine Seitenansicht einer siebten Ausführungsform des optischen Beleuchtungssystems gemäß der Erfindung.

Die in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsform des optischen Beleuchtungssystems gemäß der Erfindung ist in ihrem grundsätzlichen Aufbau ein sogenanntes Köhler-System. Dieses System benutzt im vorliegenden Falle eine Flächenlichtquelle 2, bestehend aus einer Halbleiter-Lichtquelle 1, beispielsweise einer LED oder Laser-Diode, angeordnet in zwei Dimensionen, anstelle der gewöhnlichen Halogenlampe. Das aus Flächenlichtquelle 2 emittierte Licht wird von einer Sammellinse 3 gesammelt, tritt sodann durch eine Feldblende 4 hindurch, wird als Bild der Flächenlichtquelle 2' in der Position einer Aperturblende 5 fokussiert, und zwar in der Nähe der vorderen Brennebene einer Kondenserlinse 6. Das fokussierte Bild der Flächenlichtquelle arbeitet als zweite Lichtquelle, und das von dieser Lichtquelle emittierte Licht tritt durch die Kondenserlinse 6 hindurch und beleuchtet in Form von annähernd parallelen Strahlen eine Probe 7. Das durch die Probe 7 hindurchgetretene Licht fällt auf eine Objektivlinse 8 eines Mikroskopes zum Vergrößern des Bildes von Probe 7 auf. Jede Halbleiter-Lichtquelle 1 der Flächenlichtquelle 2 ist an jeden Schalter 10 in einer Schaltereinheit 9 angeschlossen, ferner an eine Leistungsquelle 11 zum Zünden einer jeden Halbleiter-Lichtquelle 1 mittels der Schaltereinheit 9. Die einzelnen Schalter 10 in der Schaltereinheit 9 werden durch einen Schaltregler 12 eingeschaltet, der die verschiedenen Beleuchtungsarten selektiv ermittelt, um entsprechende Halbleiter-Lichtquellen 1 zu zünden. Schalteinheit 9, Leistungsquelle 11 und Schaltregler 12 bilden eine Regelschaltung C. Die Regelschaltung C kann mit einer Lichtjustiervorrichtung zum Einstellen der Helligkeit der Lichtquelle 1 ausgestattet sein.

Die in Fig. 2 dargestellte Flächenlichtquelle 2 umfaßt sieben Halbleiter-Lichtquellen 1 in zwei Dimensionen. Es wird bei der folgenden Beschreibung unterstellt, daß die Halbleiter-Lichtquelle 1-1 auf der optischen Achse angeordnet ist.

Im folgenden werden lichtemittierende Muster der Flächenlichtquelle 2 bei verschiedenen Beleuchtungsmethoden beschrieben:

1. Hellfeldbeleuchtung alle sieben Halbleiter-Lichtquellen 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6 und 1-7 werden gezündet.
2. Dunkelfeldbeleuchtung oder ringförmige Beleuchtung sechs Halbleiter-Lichtquellen 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6 und 1-7 außer der Halbleiter-Lichtquelle 1-1 werden gezündet.
3. Schräglichtbeleuchtung eine oder einige der Halbleiter-Lichtquellen außerhalb der optischen Achse und außer Halbleiter-Lichtquelle 1-1 werden gezündet, beispielsweise 1-2 oder 1-2 und 1-3.

Durch selektives Zünden so wie oben beschrieben einer Anzahl von Halbleiter-Lichtquellen 1 mit Schaltregler 12 und Schalteinheit 9 in Regelschaltung C sind verschiedene Beleuchtungsarten ohne herkömmliche spezielle optische Komponenten verfügbar. Werden die

Halbleiter-Lichtquellen 1 als Lichtquelle, wie oben beschrieben, verwendet, so hat das optische Beleuchtungssystem die Vorteile einer geringen Wärmezeugung, eines geringen Leistungsbedarfes, einer hohen Lebensdauer, eines guten Widerstandes gegen Vibration, eines geringen Raumbedarfes und eines geringen Gewichtes; es ist gleichzeitig geeignet für langfristigen Betrieb in geschlossenen Räumen.

Das in Fig. 3 gezeigte Beispiel der Flächenlichtquelle 2 ist als eine on-chip-Flächenlichtquelle ausgeführt, bestehend aus einer Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquellen 1 (mit einem Durchmesser von einigen -zig Mikrometer bis mehrere hundert Mikrometer), angeordnet in zwei Dimensionen auf einem Halbleiter-chip von mehreren Quadratmillimetern.

Das in Fig. 3B dargestellte Ausführungsbeispiel der Flächenlichtquelle 2 weist eine Mehrzahl von Halbleiter-Lichtquellen auf, die Rotlicht, Grünlicht, Blaulicht und dergleichen zu emittieren vermögen und die in zwei Dimensionen angeordnet sind. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel läßt sich die Flächenlichtquelle mit verschiedenen Arten von Farblicht dadurch herstellen, daß man die Regelschaltung C betreibt, statt des Umschaltens auf verschiedene Filter bei herkömmlichen Beleuchtungsvorrichtungen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform ist das optische Beleuchtungssystem dadurch aufgebaut, daß die Aperturblende 5 aus dem optischen System gemäß Fig. 1 entfallen ist und daß eine Objektivlinse 8 verwendet wird, mit verschiedenen Modulationsmitteln 8', die in einer zur Flächenlichtquelle 2 konjugierten Position angeordnet sind. Bei diesem System ist die Flächenlichtquelle 2, wie in Fig. 5 gezeigt, dadurch gebildet, daß Halbleiter-Lichtquellen koaxial um die Halbleiter-Lichtquelle 1-1 herumgruppiert sind, die ihrerseits auf der optischen Achse in der gleichen Weise wie in Fig. 2 angeordnet ist. Lichtemittierende Muster dieser Flächenlichtquelle, die durch die Regelschaltung C geregelt werden können, lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Hellfeldbeleuchtung

Die Größe der Flächenlichtquelle 2 wird verändert, indem man von der Außenseite die koaxial angeordneten Halbleiter-Lichtquellen herausnimmt, um eine Anpassung an die Größe einer Aperturblende zu erlauben, die durch Verändern der Vergrößerung der Objektivlinse 8 verändert wird.

2. Phasenkontrastbeleuchtung

Die Objektivlinse 8 umfaßt eine Phasenplatte als Modulationsmittel 8'. Die Fig. 5A und 5C zeigen die Phasenplatten 8', die bei der Objektivlinse 8 verwendet werden, bezüglich der Vergrößerung verschieden, und die Fig. 5B und 5D zeigen die Flächenlichtquellen 2, die derart gezündet werden, daß sie den in den Fig. 5A und 5B gezeigten Phasenplatten 8' entsprechen.

3. Modulationskontrastbeleuchtung nach Hoffman (US-PS 42 00 353)

Die Objektivlinse 8 umfaßt einen Modulationsfilm als Modulationsmittel 8'. Fig. 5E zeigt den Modulationsfilm 8', der einen halbtransparenten Bereich 8'a und einen lichtunterbrechenden Bereich 8'b umfaßt; Fig. 5F zeigt die Flächenlichtquelle 2, die derart gezündet wird, daß sie diesem Modulationsfilm 8' entspricht. Sämtliche oder einige der Halbleiter-Lichtquellen, die in der Flächenlichtquelle 2 nicht gezündet werden, können gezündet werden,

um eine Kontraständerung herbeizuführen.

Fig. 6 veranschaulicht die dritte Ausführungsform der Erfindung, wobei ein optisches Kompakt-Beleuchtungssystem eine kleine Flächenlichtquelle 2 in der Position der Aperturblende 5 umfaßt, während die Kondensorlinse 3 und die Feldblende 4 entfallen sind.

Die Fig. 7 und 8 zeigen die vierte bzw. fünfte Ausführungsform der Erfindung. Hierbei ist eine geschliffene Glasplatte 14 zum Vermeiden einer Beleuchtungs-Ungleichförmigkeit der Flächenlichtquelle 2 auf der Frontfläche (d. h. auf der Seite der Objektivlinse der Flächenlichtquelle 7 angeordnet.

Fig. 9 veranschaulicht die sechste Ausführungsform der Erfindung. Hierbei haben die Flächenlichtquellen 2-1, 2-2 und 2-3 unterschiedliche Lichtwellenlängen (beispielsweise rot, grün und blau); sie sind in Positionen angeordnet, die optisch zueinander konjugiert sind. Durch Auswahl verschiedener lichtemittierender Muster bezüglich der einzelnen Flächenlichtquellen, d. h. durch Anwenden der Flächenlichtquellen 2-1 und 2-2 als Hellfeld-Beleuchtungsquellen, und beispielsweise der Flächenlichtquelle 2-3 als Dunkelfeld-Beleuchtungslichtquelle ist es möglich, eine Probe gleichzeitig auf verschiedene Beleuchtungsweisen zu betrachten. Der in Fig. 9 dargestellte dichroische Spiegel 15-1 hat die Funktion, Licht aus der Flächenlichtquelle 2-1 zu übertragen und Lichtstrahlen aus den Flächenlichtquellen 2-2 und 2-3 zu reflektieren, während der dichroische Spiegel 15-2 die Funktion hat, Licht aus der Flächenlichtquelle 2-3 zu übertragen und Licht aus der Flächenlichtquelle 2-2 zu reflektieren.

Fig. 10 zeigt die Zuordnung der verschiedenen Flächenlichtquellen 2-1, 2-2 und 2-3, wobei die Halbleiter-Lichtquellen in der höchsten Dichte angeordnet sind. Gemäß dieser Anordnung sind Lücken zwischen den Halbleiter-Lichtquellen in jeder Flächenlichtquelle von den Halbleiter-Lichtquellen in der anderen Flächenlichtquelle ausgefüllt. Eine relativ helle, gleichförmige Beleuchtung läßt sich daher erzielen, ohne daß eine geschliffene Glasplatte verwendet wird.

Bei der in Fig. 11 dargestellten, siebten Ausführungsform der Erfindung wird ein optisches System zum Beobachten des Wachstums eines Kristalles 17 (beispielsweise KAP) in einer Lösung verwendet, die die sich ihrerseits in einem geschlossenen Behälter befindet. Das optische System besteht aus einem Differential-Interferenz-Mikroskop 18 (Nomarski-Mikroskop) zum Beobachten der Kristallfläche (das in der Zeichnung vertikal dargestellte optische System), und einem optischen System 19 nach Schlieren zum Betrachten der Konzentrationsverteilung der Lösung rund um den Kristall (optische Variation des Brechungsindex). Das optische System des Differential-Interferenz-Mikroskops 18 besteht aus einem optischen Beleuchtungssystem, umfassend eine Flächenlichtquelle 2, die eine Anzahl von roten LEDs umfaßt, einen Polarisator 18a, ein Differential-Interferenz-Prisma 18b und eine Kondensorlinse 6, ferner ein optisches Abbildungssystem mit einer Objektivlinse 8, einem Differential-Interferenz-Prisma 18c, einem Analysator 18d und einer Bildlinse 18e. Das optische System 19 gemäß Schlieren besteht aus einem optischen Beleuchtungssystem mit einer einzigen Rotlicht-LED 1, einer Kondensorlinse 6, einer sogenannten Pinhole 19a und einem Collimator 19b mit einer Schlierenlinse, und ein optisches Abbildungssystem mit einer Schlierenlinse 19c, einer Messerkante 19d sowie einer Bildlinse 19e. Diese optischen Systeme 18 und 19 wen-

den LEDs mit einer superhohen Helligkeit an (beispielsweise H-3000, hergestellt von Stanley Electric Co., Ltd.) mit einer Rötlichtwellenlänge 660 nm und einer Helligkeit von 3000 mcd, der Infrarotdioden mit einem superhohen Ausgang DN 305 (Wellenlänge 850 nm, Strahlungsausgang 80 mW/sr). Ein Prototyp der sechsten Ausführung der Erfindung arbeitete optisch tadellos. Das optische Mikroskopsystem 18 wies eine Brennlänge von 135 nm der Bildlinse 18a auf, eine zehnfache Vergrößerung, ein NA von 0,25 sowie einen Arbeitsabstand von 12 mm der Objektivlinse 8. Bei dem optischen System nach Schlieren hatte die Pinhole 19a einen Durchmesser von 0,8 mm.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3734691

FIG. 4

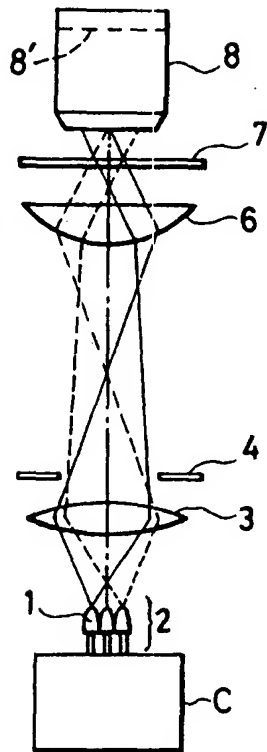


FIG. 5

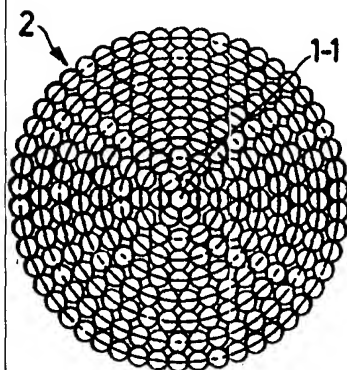


FIG. 6

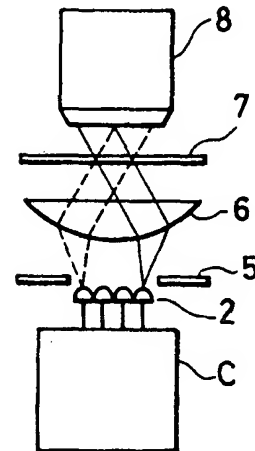


FIG. 7

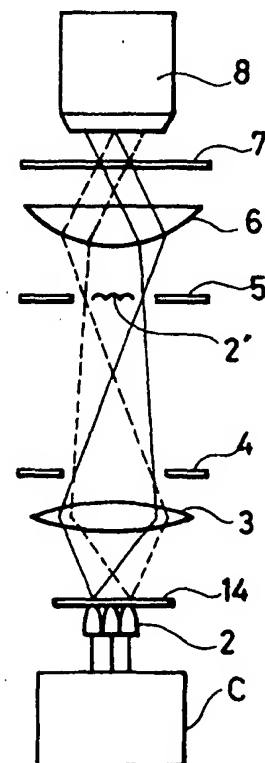


FIG. 5A

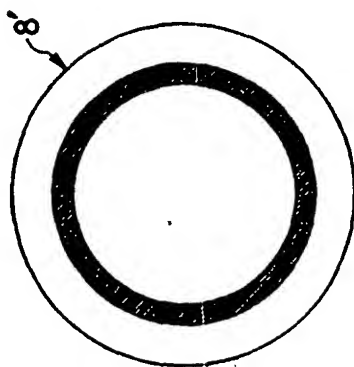


FIG. 5C

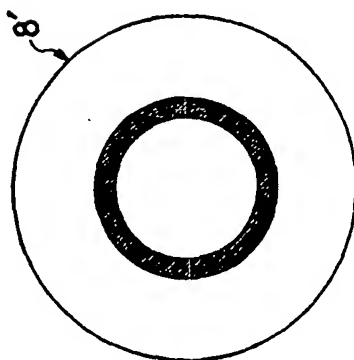


FIG. 5E

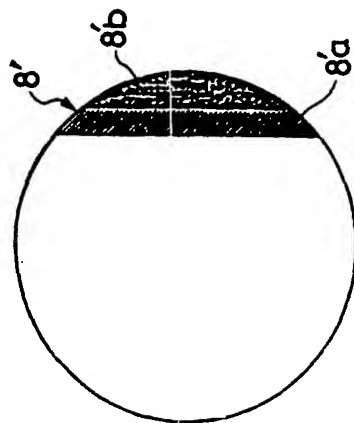


FIG. 5B

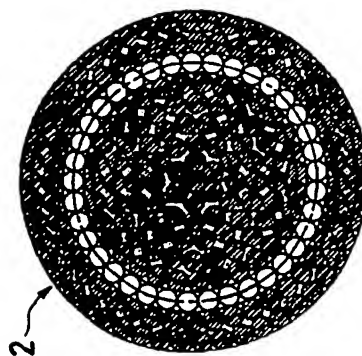


FIG. 5D

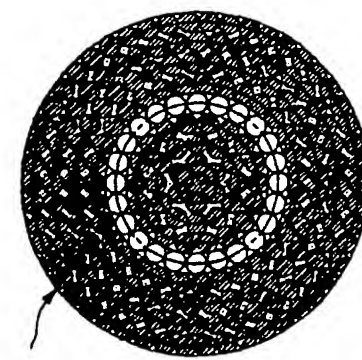
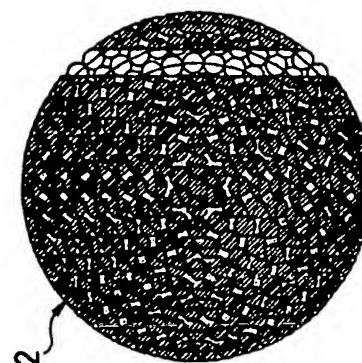


FIG. 5F



001187

Fig. 16

3734691

3734691

FIG. 8

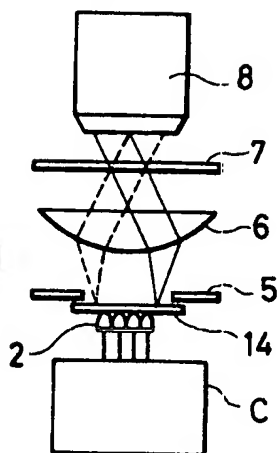


FIG. 10

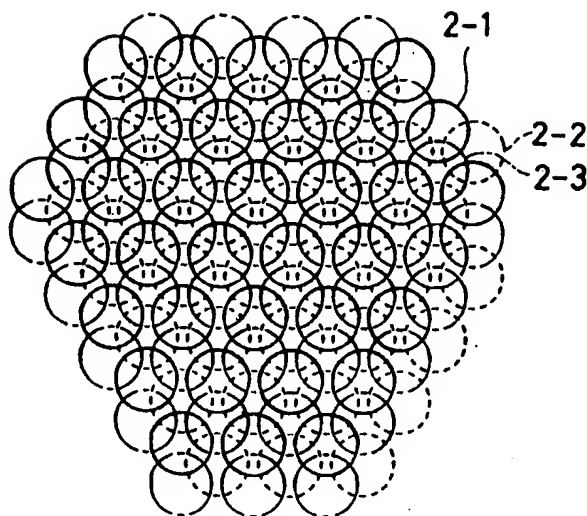
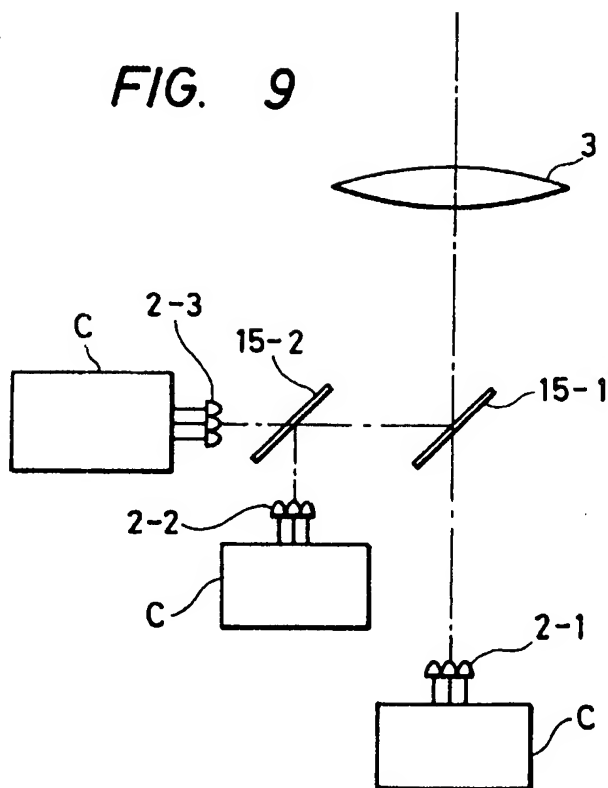
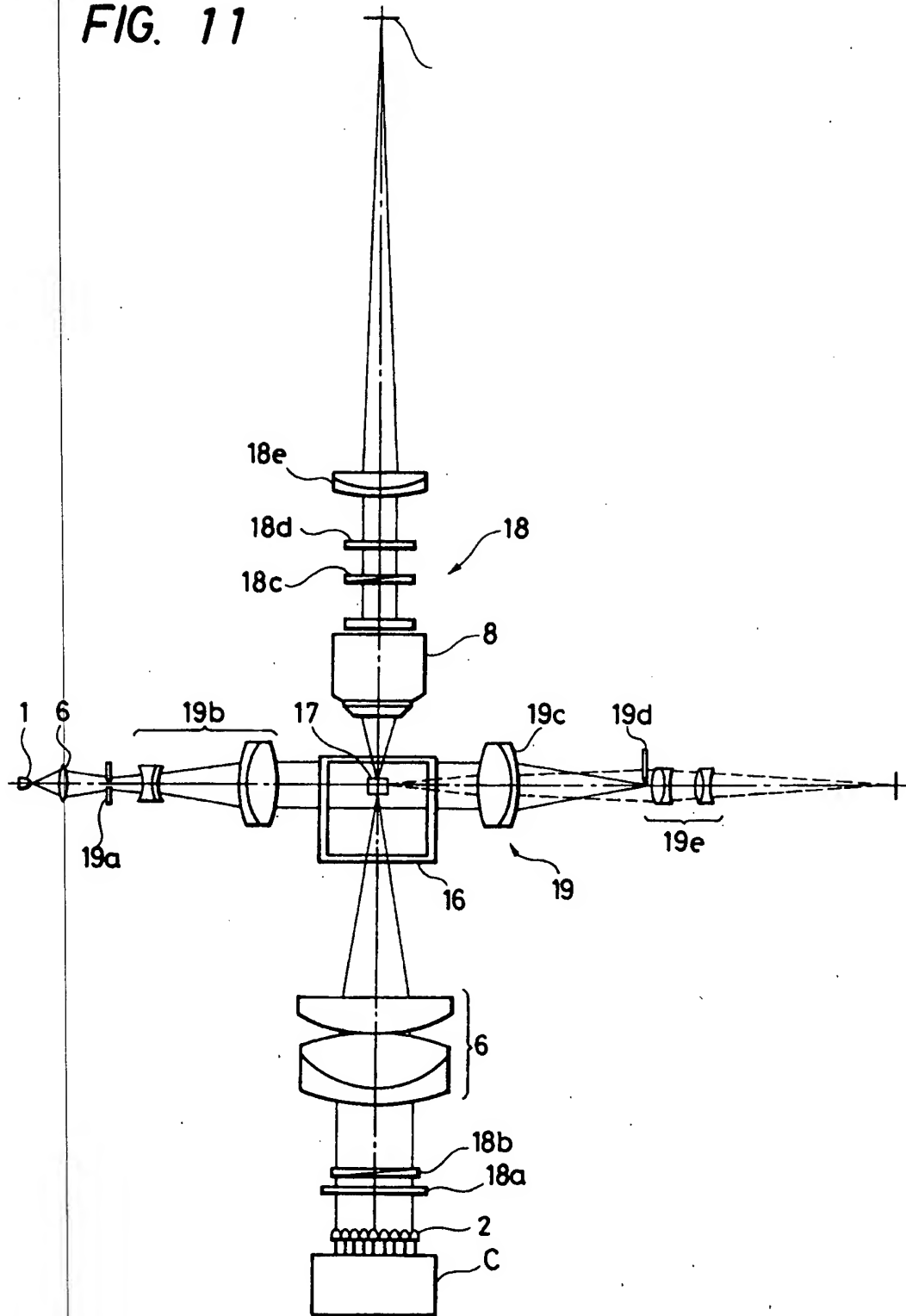


FIG. 9



3734691

FIG. 11



3734691



Nummer: 37 34 691
 Int. Cl.⁴: G 02 B 21/06
 Anmeldetag: 14. Oktober 1987
 Offenlegungstag: 28. April 1988

FIG. 1

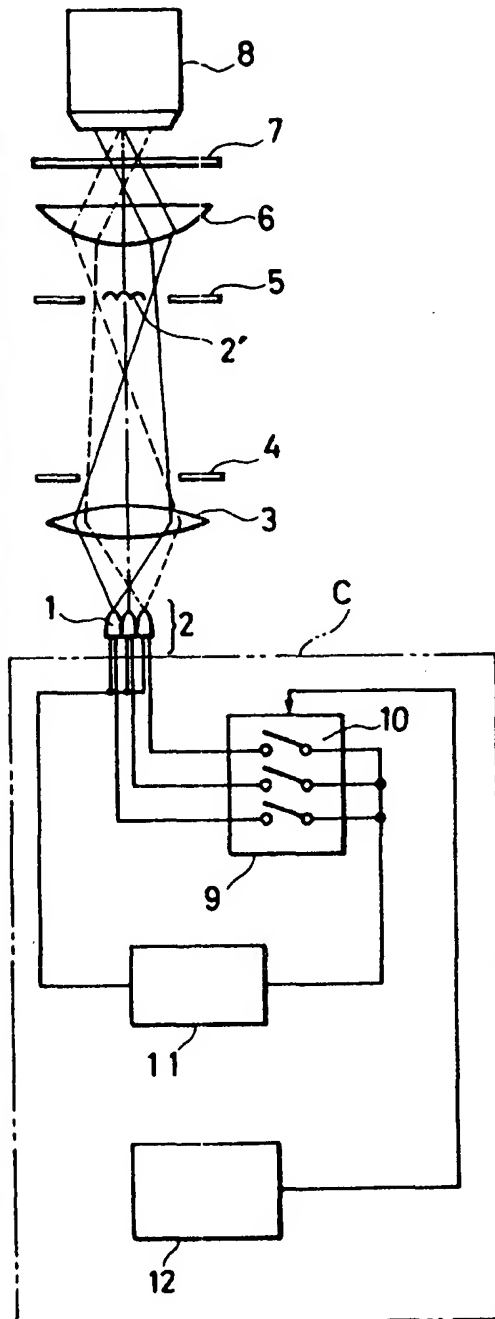


FIG. 2

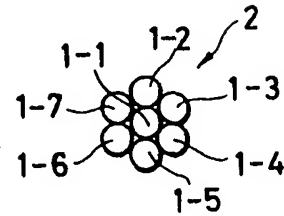


FIG. 3A

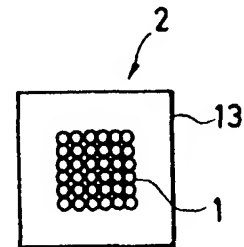


FIG. 3B

